

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оптимизация маршрутных путей в условиях городского трафика города Томска

УДК 004.717:004.43:626.71(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B71	Громова Анна Денисовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ИЯТШ	Шинкеев Михаил Леонидович	Кандидат ф-м. наук, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Спицына Любовь Андреевна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»	Крицкий Олег Леонидович	Кандидат ф-м. наук, доцент		

Томск – 2021 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

26.04.2021 Крицкий О.Л.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
0B71	Громова Анна Денисовна

Тема работы:

Оптимизация маршрутных путей в условиях городского трафика города Томска
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Часть районов города Томска для построения маршрутов
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Построить граф, характеризующий доступность объектов районов на автомобиле, учитывающий длину участков пути, среднее время ожидания на светофорах. 2. Определить алгоритм построения оптимального маршрута курьера с минимальным временем доставки заказов. 3. Протестировать алгоритм при разном числе заказов
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицына Любовь Андреевна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ИЯТШ	Крицкий Олег Леонидович	Кандидат ф-м. наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В71	Громова Анна Денисовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0В71	Громова Анна Денисовна

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. QuaD-анализ 4. SWOT – анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Разработка структуры работы в рамках научного исследования; 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; 3. Бюджет научно – технического исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Определение показателей ресурсоэффективности разработки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. QuaD-анализ
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Спицына Л.А.	К.Э.Н.		27.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В71	Громова Анна Денисовна		27.04.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0В71	Громова Анна Денисовна

Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

Оптимизация маршрутных путей в условиях городского трафика города Томска	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования являются методы оптимизации маршрутного пути в условиях городского трафика. Работа осуществляется с помощью информационных технологий, задействованы все мощности ПК и различных вспомогательных программ для вычисления</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021). – ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – отклонение параметров микроклимата в помещении; – недостаточная освещённость рабочей зоны; – повышенный уровень шума на рабочем месте. Опасные факторы: опасность поражения электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: загрязнение воздуха выбросами с электростанций; Литосфера и гидросфера: наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.).

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС – природные и техногенные, к которым можно отнести как сильный мороз, так и возможная диверсия;</p> <p>Типичная ЧС – пожар на рабочем месте.</p>
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В71	Громова Анна Денисовна		

Оглавление

Введение.....	9
1 Теоретическая часть	10
1.1 Основные бизнес-процессы логистики	10
1.2 Требования потребителей транспортно-логистических услуг на современном рынке.....	11
1.3 Специфика способов решения проблем инфраструктуры маршрутов.....	12
1.4 Теория графов.....	13
1.4.1 Общие сведения о графах	13
1.4.2 Способы задания графов	15
1.4.3 Транспортная задача, задача коммивояжера и ее постановка.....	16
2 Практическая часть	19
2.1 Постановка задачи	19
2.1.1 Метод полного перебора	20
2.1.2 Метод ближайшего соседа	21
2.1.3 Муравьиные алгоритмы	25
2.2 Моделирование ситуаций на перекрестках.....	28
3 Разработка программы.....	30
3.1 Исходные данные	31
3.2 Реализация алгоритма	33
3.2.1 Описание классов	33
3.3 Интерфейс приложения и его возможности	34
3.3.1 Пример создания графа и его решения	35
3.3.2 Задание расстояний и феромонов	36
3.3.3 Получение конкретных результатов	36
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	38
4.1 Анализ конкурентных технических решений.....	42
4.2 Технология QuaD.....	44
4.3 SWOT-анализ	45
1. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований 46	
2. Планирование научно-исследовательских работ	47
4.4 Определение трудоемкости выполнения работ	48
4.5 Разработка графика проведения научного исследования.....	50
4.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	52

5.1. Расчет материальных затрат	52
4.7 Расчет затрат на электроэнергию	53
4.8 Расчет заработной платы для исполнителей	54
4.9 Отчисления во внебюджетные фонды.	55
4.10 Расчет амортизационных расходов	55
4.11 Расчет прочих расходов	56
4.12 Расчет общей себестоимости разработки	56
4.13 Расчет прибыли	57
4.14 Расчет НДС	57
4.15 Цена разработки НИР	57
4.16 Оценка научно-технического эффекта.....	57
4.17 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	60
4.18 Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	63
5. Социальная ответственность	64
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	64
5.2 Профессиональная социальная безопасность.....	65
5.2.1 Анализ опасных и вредных факторов, которые может создать объект исследования	65
5.3. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	66
5.3.1 Микроклимат	66
5.3.2. Освещенность.....	67
5.3.4 Уровень шума	68
5.3.5 Электричество.....	69
5.4 Экологическая безопасность	70
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
5.6 Вывод по разделу	73
Заключение	75
Список литературы.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	79

Введение

Мы живем в такое время, когда мы можем заказать на дом что угодно и в ближайшее время все привезут. В период пандемии это стало максимально актуальным.

Потому оптимизация пути для улучшения время доставки того или иного товара играет важную роль. Во-первых это экономически выгодно, сокращение пути требует меньших затрат на топливо и человеческие ресурсы. К тому же сами курьеры менее загружены, когда логистика построена правильно, маршрут последователен и трафик на дороге менее загружен.

В работе рассматривается алгоритм построения оптимального маршрута для использования в разных ГИС-системах курьером для доставки заказов. Алгоритм выполняет нахождение кратчайшего пути из определенного места исполнения, в используемой примере их будет два, далее строит маршрут, исходя из задач оптимального построения маршрута до клиента.

Задача о нахождении кратчайшего пути является одной из главных классических задач теории графов. Очевидно, что задача построения оптимального маршрута курьера является одной из множества интерпретаций данной задачи.

1 Теоретическая часть

1.1 Основные бизнес-процессы логистики

Для представления основных бизнес-процессов будем использовать диаграмму основных логистических процессов.



Рисунок 1 – Основные бизнес-процессы логистики.

На диаграмме процессы, выделенные синим цветом, непосредственно относятся к разрабатываемой модели, потому больше всех нас и интересуют. Остальные бизнес-процессы используются в компании в зависимости от поставленных ими задач и имеющимися факторами. В данной работе мы рассматриваем оптимизацию пути компании, являющейся представителем малого бизнеса (количество работников больше или равно 15, в нашем случае это 10 работников, что подходит по критерию). Из этого следует, что данную работу могут использовать различные компании для решения вопросов оптимизации пути, которая в свою очередь является для них ключевым бизнес-процессом, т.е. формирующим основные факторы для рентабельности определенных компаний.

Необходимо отметить, что именно подразумевает под собой обеспечение бизнес-процессов: конкретное взаимодействие специалистов, работающих с различными математически обоснованными программными обеспечениями для

решения логистических и транспортных задач, с менеджерами и непосредственным руководством.

1.2 Требования потребителей транспортно-логистических услуг на современном рынке

Рассмотрим требования потребителей с использованием ИКТ (информационно-коммуникативные технологии) по методу: название есть равно суть требования.

Комплексность услуги: услуги, возможно и комплекты услуг, должны предоставляться будущим потребителям, либо в форме интеграций к чему-то готовому, к примеру какая-нибудь надстройка для конкретной ГИС-системы, ли в форме готового продукта, отвечающему на все запросы потребителя в логистических и транспортных задачах.

Мобильность в управлении и его взаимодействиях. Она подразумевают под собой: практически постоянный мониторинг качества продукта и новых запросов от потребителя и соответственно незамедлительная реакция на требования каких-либо улучшений/изменений.

Доступность услуг, товаров или информации подразумевает под собой ИКТ глобального уровня, для решения запросов в независимости от локации потребителя.

Надежность и непрерывность в работе: сопровождение своего продукта после реализации его для клиентов, поддержка цикла его жизни (услуга CALS). Ниже приведена схема обеспечения логистики современных предприятий.



Рисунок 2 – Информационно-коммуникационное обеспечение.

Данная схема охватывает полные комплекс логистических информационных ресурсов, использование которого в полном объеме характерно для решения логистических проблем оптимизации пути компаний. Предприятия, соответственно, в зависимости от индивидуальных характеристик используют частичные комбинации из данных видов систем.

1.3 Специфика способов решения проблем инфраструктуры маршрутов

Разработка собственного ПО может быть сравнительно недорогим и главное его достоинство- это учет особенностей бизнес-процессов конкретной компании. Также возможна постоянная оперативная доработка. Однако такой продукт скорее всего не будет целостным и будет целиком зависеть от разработчиков. Функциональность такого решения ограничена. Также ограничена возможность его расширения и масштабируемости. В противном случае решение будет дорогостоящим и трудоемким.

Для решения проблем малого бизнес имеются некоторые сложности из-за отличительных особенностей. Так в основном требуемые запросы от малого бизнеса — это хранения товара и его перевозки. В нашем случае —это

осуществление доставки товаров конечным потребителям. Так получается, что небольшим компаниям проще и дешевле находить перевозчиков со стороны, чем иметь свой личный автопарк, но компанией было выбрано иметь два постоянных водителя, откуда и появляется необходимость оптимизации маршрута для экономии времени и денежных средств. Таким, образом задача с точки зрения транспорта сводится к тому, чтобы своевременно доставить свежую готовую продукцию во все нужные точки.

Отсюда вытекают две задачи:

- 1) Оптимизация маршрута – грамотная реализация задачи коммивояжера.
- 2) Оптимальная загрузка транспорта

Решать будем лишь 1 задачу, так как на вторую поставим ограничение. Решение задачи является частью теории графов, о которой будет сказано ниже.

1.4 Теория графов

1.4.1 Общие сведения о графах

Л. Эйлер был первым, кто использовал теорию графов в своей работе, еще в далеком 1736 году. Изначально данной теории не придавалось большое значение, но в настоящее время она находит практическое применение во многих областях: при решении транспортных задач, нахождении соответствий, в схемах электрических устройств и нефтепроводов, при программировании теории игр. Теория графов так же нашла применение и в таких областях, как биология, психология и экономика.

Что же такое граф?

Граф – это множество точек или вершин и множество линий или ребер, соединяющих между собой все или часть этих точек.

Определения, необходимые для понимания теории графов:

Смежные вершины – это вершины, прилегающие к одному и тому же ребру.

Ориентированный граф – это граф, ребра которого ориентированы, как правило, их обозначают стрелками.

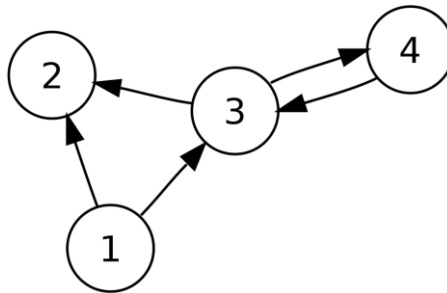


Рисунок 3 – Ориентированный граф

Неориентированный граф – граф, в котором ребра не имеют ориентации.

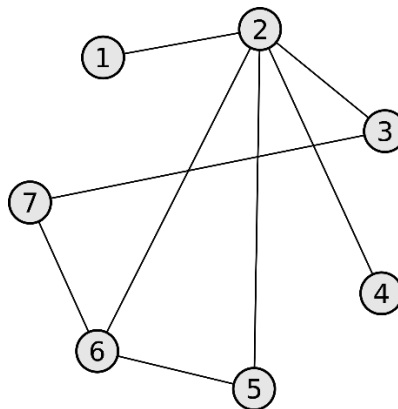


Рисунок 4 – Неориентированный граф

Степень вершины – это удвоенное количество петель, находящихся у этой вершины плюс количество остальных прилегающих к ней ребер.

Пустой граф – граф, в котором ребра отсутствуют.

Полный граф – граф, в котором две смежные вершины.

Путь в ориентированном графе – это последовательность дуг, в которой конечная вершина всякой дуги, отличной от последней, является начальной вершиной следующей.

Маршрут в графе – путь, ориентацией дуг которого можно пренебречь.

Цепь – маршрут, в котором все ребра попарно различны.

Цикл – замкнутый маршрут, являющийся цепью.

Простая цепь – маршрут, в котором все вершины попарно различны.

Простой цикл – цикл, в котором все вершины, кроме первой и последней, попарно различны.

Подграф графа – это граф, являющийся подмоделью исходного графа, т.е. подграф содержит некоторые вершины исходного графа и некоторые ребра.

Остовной подграф (фактор) – это подграф, содержащий все вершины исходного графа.

Связные компоненты – это подграфы данного графа, вершины которых связаны.

Дерево – это связанный граф без цикла.

1.4.2 Способы задания графов

1. Перечисление элементов.

По определению для задания графа необходимо лишь перечислить его вершины и ребра.

П-р.: $V = \{a, b, c\}$ и $N = \{(a, c), (a, d)\}$

2. Матрица смежности.

Пусть G – граф с n вершинами, пронумерованными числами от 1 до n . Матрица смежности – это таблица с n строками и n столбцами, в которой элемент, стоящий на пересечении строки с номером i и столбца с номером j , равен 1, если вершины с номерами i и j смежны, и 0, если они не смежны.

П-р.:

Таблица 1 – Матрица смежности.

0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
0	1	0	0	1
1	0	1	1	0

3. Изображение.

П-р.: Рисунок 3.

4. Матрица инцидентности.

Пусть G – граф, вершины которого пронумерованы силами от 1 до n , а ребра – числами от 1 до m . В матрице инцидентности строки соответствуют вершинам, а столбцы – ребрам. На пересечении строки с номером i и столбца с номером j стоит 1, если вершина с номером i инцидента ребру с номером j , и 0 в противном случае.

Таблица 2 – Матрица инцидентности.

1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	1

5. Списки смежности.

П-р.: 1: 2, 3, 5;

2: 1, 3, 4;

3: 2, 5.

1.4.3 Транспортная задача, задача коммивояжера и ее постановка

Суть транспортной задачи заключается в определении оптимального маршрута при построении плана перевозок из пункта или пунктов отправления до

получения. Под оптимальностью понимается минимизация времени, либо стоимости доставки, критерий подбирается индивидуально под задачу.

Задача коммивояжёра (Traveling Salesman Problem) насчитывает 200 летнюю историю. Изначально она была представлена в книге про коммивояжёра, где давались советы от опытного курьера в 1832 году. И примерно сто лет спустя была уже поставлена математическая задача Карлом Мангером в 1921 году.

Смысл задачи заключается в нахождении самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Это NP-задача, ведь имеется возможность проверить ее правильность.

Постановка задачи коммивояжёра: пусть дана сеть из N городов. Коммивояжёр, выходящий из какого-нибудь города, желает посетить $(N-1)$ других городов и вернуться в изначальный пункт. Расстояния между всеми этими городами известны. Требуется установить, в каком порядке коммивояжёру следует посетить города, чтобы суммарное пройденное расстояние было минимальным.

Маршрут коммивояжёра, который удовлетворяет условию задачи, задаётся следующей перестановкой целых чисел: $\pi = (j_{12} j_{23} j_{34} \dots j_{n1})$, $j_i \in \{1, \dots, n\}$. Каждому маршруту π ставится в соответствие функция стоимости: $C(\pi) = c_{j_1 j_2} + c_{j_2 j_3} + \dots + c_{j_{n-1} j_n} + c_{j_n j_1}$, где c_{ij} – элементы матрицы смежности C . Тогда искомое решение представимо как $\pi^* : C(\pi^*) = \min\{C(\pi)\} \pi$.

Формулировка задачи звучит следующим образом: курьер должен доставить товар (в нашем случае это еда, заказанная с помощью сервиса Delivery Club) в определенное количество мест. Так как система поощрений зависит от количества заказов, выполненных в час, то оптимизация будет проходить так, чтобы ускорить максимально доставку.

Данная работа посвящена решению задачи в условиях городской реальности, потому следует учитывать, что ребра существуют между каждой парой пунктов и время, которое потратится на проезд между двумя пунктами зависит от направления движения. Из этого следует сделать вывод, что работа будет вестись на ориентированным графом.

Для решения задачи коммивояжёра часто используют гамильтоновы циклы, то есть циклы в которых не будет повторного посещения пунктов. В данной задаче он так же будет использоваться.

В данной задаче ориентированным графом будет представлена сеть дорог: $G = (V, E)$, где V – вершины графа, E – ребра. Вес ребра $C_{ij} > 0$ будет эквивалентен времени между смежными вершинами и будет исчисляться в минутах.

При программной реализации граф будет представлен в виде матрицы для удобства. Размерность матрицы будет соответствовать количеству вершин в графе, где $d_{ij} = C_{ij}$ будет определять время проезда между вершинами i и j . При $i = j$, $d_{ij} = M$, где M – бесконечность, которая будет запрещать делать переход из вершины к той же самой вершине, т.е. не покидая вершину.

2 Практическая часть

2.1 Постановка задачи

Компания SOCHNO имеет два филиала в городе Томск. Компания маленькая и потому на каждом пункте имеется лишь по одному курьеру. Курьеры передвигаются на машине. Ограничение: 1 курьер может доставить не более 5 заказов одновременно



Рисунок 5 – Карта города Томска с отметками компании SOCHNO

Поставленная задача будет иметь несколько этапов:

1 этап: при получении заказа необходимо определиться из какого конкретно пункта будет доставлен заказ.

На рисунке 5:

- синяя отметка: Федора Лыткина, 16/1
- красная отметка: Сергея Лазо, 1Б

То есть, необходимо построить все возможные пути от двух пунктов доставки до конечного пользователя.

2 этап: определиться с кратчайшим маршрутом из выбранного раннее пункта

Аналогично если заказов больше, чем: определяем какой заказ ближе, будет к пунктам выдачи, рассчитываем пути, как раз-так здесь и будет по большому счету работать задача коммивояжера, если у одного из пунктов будет больше 1 заказа в определенный период. Далее такое и рассматривается.

2.1.1 Метод полного перебора

Метод полного перебора (brute force), так же его иногда называют методом грубой силы, крайне прост в использовании, в меру лаконичен и нашел широкое применение. Его идея так же проста, как и он сам: перебираются все возможные решения и из них выбирается решение, либо решения, которые максимально подходят по условию задачи.

В поставленной задаче, соответственно, требуется из всевозможных вариантов объезда пунктов выбрать маршрут, занимающий кратчайшее время.

Преимуществом использования данного метода является тот факт, что наилучшее решение будет найдено в сравнении с другими методами, где решение найдется, но не факт, что лучшее для поставленных условий задачи.

Но нельзя забывать, что у данного метода существует и большой недостаток из-за которого его используют гораздо реже – это время его реализации. Из-за растущего количества итераций факториал при решении задачи, что значительно увеличивает время решения.

Потому метод полного перебора может применяться только для задач малой размерности: не более двух десятков посещаемых пунктов.

Для нашей задачи она подходит. Потому ниже будет представлен алгоритм действия.

Чтобы реализовать метод полного перебора необходимо научиться производить генерацию всех перестановок заданных элементов. Это реализуется многими способами, но чаще всего встречается перебор в лексикографическом порядке.

Примером может служить русский алфавит, где существует определенный порядок букв $a \rightarrow б \rightarrow \dots \rightarrow я$, аналогично и для множеств.

В нашем случае будут использованы цифры, так существует перебор из шести элементов: $\{0,1,2,3,4,5\}$, где 0 – пункт отправления, $\{1,2,3,4,5\}$ – пункты доставки. Лексикографически перебор будет выглядеть как перечисление чисел: 0-1-2-3-4-5, после проделанных итераций, где второй перебор: 0-1-2-3-5-4, а последний: 5-4-3-2-1-0, который по факту нам не подходит ведь точка отсчета должна оставаться 1. Для того чтобы непосредственно реализовать данный алгоритм нужно выставить ограничения для начала и определить принципы общего алгоритма преобразования от одной перестановки к следующей.

Алгоритм выглядит следующим образом. Генерируемая случайным образом, перестановка будет выглядеть так 0-1-4-2-3-5. Необходимо двигаться по перестановке справа налево, до того момента пока впервые не будет обнаружено число, которое будет меньше предыдущего, к примеру «2» после «4». Предположим, что найденное число располагается на позиции P_{i-1} . Меняем найденное число местами с наименьшим из больших чисел, которые расположены правее позиции P_{i-1} . После чего, числа правее позиции P_{i-1} необходимо упорядочить по возрастанию. В результате получается непосредственно следующая перестановка: в примере это 1-4-2-5-3.

После всех возможной генерации в программе считается суммарное время проезда между пунктами и результат записывается в файл и выбирается маршрут самый быстрореализуемый по времени.

В нашей задаче он будет выглядеть так: 1-3-2-5-4 и занимать 56 минут.

2.1.2 Метод ближайшего соседа

Метод ближайшего соседа относится к жадным алгоритмам (англ. Greedy algorithm), т.е. данный алгоритм принимает только локально оптимальные решения. Существует множество задач, для которых данный алгоритм дает оптимальное решение, к примеру задача о распределении заявок, задача о размене монет и другие. Для задач NP-класса, как искомая задача коммивояжёра, оптимальное решение данный алгоритм дать не может, но может дать вполне неплохие результаты, приближенные к оптимальному.

Идея алгоритма заключается в простом: курьер должен посещать ближайший соседний пункт из еще не посещенных. Но необходимо учитывать, что в алгоритме существуют ограничения:

1. Для создания гамильтонова цикла, аналогично предыдущему методу, не допускаем повторного посещения пункта.
2. Так же ограничиваем по времени, т.е. не допускаем преждевременного возвращения на первоначальный пункт. Делается это с целью предотвратить неправильную работу алгоритма.



Рисунок 6 – Схема алгоритма метода ближайшего соседа

Далее приводится реальная матрица времен между пунктами, где В – пункт выдачи, П – пункт приема, время исчисляется в минутах. Необходимо учитывать, что наш курьер пеший. Значение времени прохода между пунктами были найдены с помощью сервиса <https://yandex.ru/maps/67/tomsk>.

Таблица 3 – Матрица времен.

Наименование пункта	№/№	0	1	2	3	4	5
Красноармейская,123А	0	М	12	26	30	26	25
Вершинина, 48	1	12	М	18	22	18	17
Герцена, 15	2	26	18	М	7	7	4
Кузнецова, 5	3	30	22	7	М	5	8
Советская, 70	4	26	18	7	5	М	7
Карташова, 21	5	25	17	4	8	7	М

Шаг 1.

Так как на первом шаге ограничений никаких нет, курьер выбирает самый быстрый путь, а конкретно до пункта 1 (Вершинина,48).

Таблица 4 – реализация первого шага.

Наименование пункта	№/№	0	1	2	3	4	5
Красноармейская,123А	0	М	12	26	30	26	25
Вершинина, 48	1	12	М	18	22	18	17
Герцена, 15	2	26	18	М	7	7	4
Кузнецова, 5	3	30	22	7	М	5	8
Советская, 70	4	26	18	7	5	М	7
Карташова, 21	5	25	17	4	8	7	М

Шаг 2.

Так как для пункта 1 самый быстрый пункт – это возвращение на исходную позицию, мы ее из ограничений цикла изначально исключаем и выбираем пункт 5.

Таблица 5 – реализация второго шага.

Наименование пункта	№/№	0	1	2	3	4	5
---------------------	-----	---	---	---	---	---	---

Красноармейская,123А	0	М	12	26	30	26	25
Вершинина, 48	1	12	М	18	22	18	17
Герцена, 15	2	26	18	М	7	7	4
Кузнецова, 5	3	30	22	7	М	5	8
Советская, 70	4	26	18	7	5	М	7
Карташова, 21	5	25	17	4	8	7	М

Шаг 3.

Из пункта номер 5 курьер будет следовать в самый ближайший, а конкретно номер 2.

Таблица 6– реализация третьего шага.

Наименование пункта	№/№	0	1	2	3	4	5
Красноармейская,123А	0	М	12	26	30	26	25
Вершинина, 48	1	12	М	18	22	18	17
Герцена, 15	2	26	18	М	7	7	4
Кузнецова, 5	3	30	22	7	М	5	8
Советская, 70	4	26	18	7	5	М	7
Карташова, 21	5	25	17	4	8	7	М

Шаг 4.

Из пункта номер 2 курьер может пойти двумя путями, так как ближайшие соседи одинаковы по времени, а конечный результат не изменится от выбора. Выбираем пункт 3.

Таблица 7 – реализация четвертого шага.

Наименование пункта	№/№	0	1	2	3	4	5
Красноармейская,123А	0	М	12	26	30	26	25
Вершинина, 48	1	12	М	18	22	18	17
Герцена, 15	2	26	18	М	7	7	4
Кузнецова, 5	3	30	22	7	М	5	8
Советская, 70	4	26	18	7	5	М	7
Карташова, 21	5	25	17	4	8	7	М

Шаг 5.

Выбираем последний пункт из пункта номер 3 в пункт 4

Таблица 6 – реализация пятого шага.

Наименование пункта	№/№	0	1	2	3	4	5
Красноармейская,123А	0	М	12	26	30	26	25
Вершинина, 48	1	12	М	18	22	18	17
Герцена, 15	2	26	18	М	7	7	4
Кузнецова, 5	3	30	22	7	М	5	8
Советская, 70	4	26	18	7	5	М	7
Карташова, 21	5	25	17	4	8	7	М

После того, как все заказы доставлены, курьер возвращается обратно. Итого путь выглядит так : $0 \rightarrow 1 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 0$.

Без учета времени, потраченного на обратную дорогу путь, занимает:

$$12 + 17 + 4 + 7 + 7 = 47 \text{ минут.}$$

Этот метод достаточно быстр в исполнении, так как не требует большого числа операций для осуществления его работы.

2.1.3 Муравьиные алгоритмы

Основоположником теории муравьиных алгоритмов является итальянский учёный Марко Дориго. В своей диссертационной работе Дориго впервые предлагает использовать механизм поведения колонии муравьёв для решения оптимизационных задач. В русскоязычном научном сообществе вклад в популяризацию муравьиных алгоритмов внёс украинский учёный Сергей Штовба, опубликовавший в 2003 году статью о муравьиных алгоритмах.

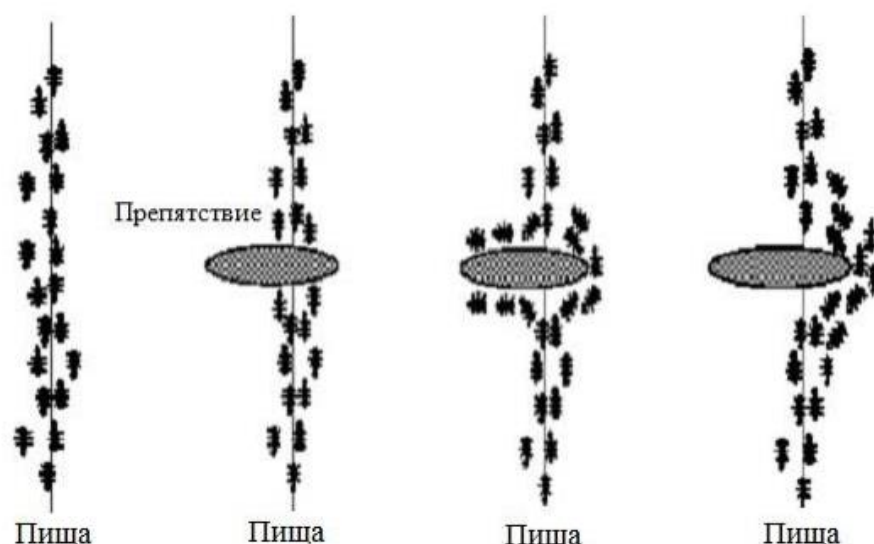


Рисунок 7 – Обход препятствий муравьями

В основе муравьиных алгоритмов лежат принципы самоорганизации муравьиной колонии в природе. Несмотря на разобщенное поведение каждого из своих представителей, она образует высокоорганизованную систему, состоящую из большого количества «агентов» — муравьев, и благодаря этому способна решать сложные задачи, которые превышают способности каждого отдельного своего элемента. Главную роль в воплощении социального поведения муравьев в природе составляет самоорганизация. Под самоорганизацией понимается множество динамических механизмов, которые обеспечивают достижение глобальной цели системой в результате низкоуровневого развития этой системы. Централизованное управление в какой-либо форме при этом исключается — элементы системы используют только локальную информацию. В основе самоорганизации муравьев лежит взаимодействие четырех составляющих: случайность, многократность, положительная и отрицательная обратная связи. Одним из способов передачи информации между муравьями является стигмергия — разнесённый во времени тип взаимодействия, при котором один субъект некоторым образом изменяет часть окружающей среды, а остальные субъекты используют эту информацию позже, когда находятся в окрестности. Стигмергия осуществляется через феромон — особое вещество, откладываемое как след при перемещении муравья. Феромон со временем испаряется, что позволяет муравьям подстраиваться под изменение

внешней среды. Именно эти механизмы самоорганизации заложены в принцип действия муравьиных алгоритмов.

Память муравья (список табу) — это список посещенных муравьем городов, заходить в которые еще раз нельзя. При использовании списка табу муравей гарантированно не попадет в один и тот же город дважды. Этот список возрастает при совершении маршрута и обнуляется в начале каждой итерации алгоритма. Тогда $J_{i,k}$ — «список городов, которые еще необходимо посетить муравью k , находящемуся в городе i . $J_{i,k}$ является дополнением к памяти муравья».

Видимость — это обратная расстоянию величина $\eta_{ij} = 1/D_{ij}$, где D_{ij} — расстояние между городами i и j . «Видимость представляет собой локальную информацию, характеризующую желание муравья посетить город j из города i — чем она выше, тем ближе город и тем сильнее желание его посетить».

Феромонный след — «подтверждённое опытом желание посетить город j из города i ». В отличие от видимости феромонный след постоянно обновляется на протяжении работы алгоритма, отображая полученный муравьями опыт. Количество феромона на ребре (i, j) на итерации t обозначается как $\tau_{ij}(t)$. Вероятность перехода муравья k в город j из города i определяется следующей формулой:

$$P_{ij,k} = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}(t)^\alpha \eta_{ij}^\beta}{\sum_{j \in J_{i,k}} \tau_{ij}(t)^\alpha \eta_{ij}^\beta}, & \text{если } j \in J_{i,k} \\ 0, & \text{если } j \notin J_{i,k} \end{cases}$$

Параметры τ и ρ задают значимость уровня феромона и видимости города при выборе следующего города. При $\alpha = 0$ будет выбран ближайший город, что соответствует жадному алгоритму. Если $\beta = 0$, тогда работает лишь феромонное усиление, что влечет за собой быстрое вырождение маршрутов к одному субоптимальному решению.

Непосредственный выбор следующего города осуществляется по принципу «колеса рулетки»: для каждого муравья генерируется маршрут движения из

последнего местонахождения случайным образом, с учётом вероятностей перехода. Затем для каждого из полученных маршрутов рассчитывается целевая функция общей протяжённости маршрута.

По завершении маршрута каждый муравей k откладывает на ребре (i, j) некоторое количество феромона:

$$\Delta\tau_{ij,k}(t) = \begin{cases} Q & \text{для } (i, j) \in T_k(t) \\ 0, & \text{для } (i, j) \notin T_k(t) \end{cases}$$

Здесь $T_k(t)$ – маршрут, пройденный муравьём k на итерации t , $L_k(t)$ – длина этого маршрута, Q – некоторый регулируемый параметр.

Правило обновления феромона выглядит следующим образом:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t)$$

ρ – регулируемый параметр, принадлежащий отрезку $[0;1]$, $\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij,k}(t)$, m – количество муравьёв.

2.2 Моделирование ситуаций на перекрестках

Возьмем перекресток, на котором осуществляется переход улицы лишь в одном направлении и используется двухцветный светофор.

Где t_1 – время работы зеленого светофора, а t_2 – красного светофора. Вероятность попадания на тот или иной цвет одинакова, но моделируем ситуацию где курьер все же попал на красный цвет. За среднее ожидание на красном свете возьмем $t_2/2$.

При данной ситуации общее среднее время ожидания будет равно:

$$\frac{t_2 * t_2}{2(t_2 + t_1)},$$

Где учитывается вероятность события попадания на красный светофор равная $t_1/(t_1+t_2)$.

Перекрестки на пути курьера имеют разное время ожидания:

- Перекресток тип 1: $t_1 = 30$ сек., $t_2 = 60$ сек.;
- Перекресток тип 2: $t_1 = 30$ сек., $t_2 = 30$ сек.

На пути курьера, построенным с помощью метода ближайшего соседа и являющимся самым оптимальным маршрутом по времени встречается 7 перекрестков, из которых 3 соответствуют первому типу, а 4 – второму. Данная информация была выяснена фактическим путем.

Используя формулу выше рассчитываем:

Время ожидания на перекрестках типа 1:

$$\frac{60 * 60}{2(60 + 30)} = 20 \text{ (сек.)}$$

Время ожидания на перекрестках типа 2:

$$\frac{30 * 30}{2(30 + 30)} = 7,5 \text{ (сек.)}$$

Общее время ожидания:

$$20 * 3 + 7,5 * 4 = 90 \text{ (сек.)} = 1,5 \text{ (мин.)}$$

3 Разработка программы

Была поставлена задача программной реализации муравьиного алгоритма решения задачи коммивояжёра с возможностью модификации исходных данных и регулируемых параметров.

Для программной реализации муравьиного алгоритма был выбран язык программирования C# и среда разработки Microsoft Visual Studio 2017.

Ниже представлен алгоритм работы программы.

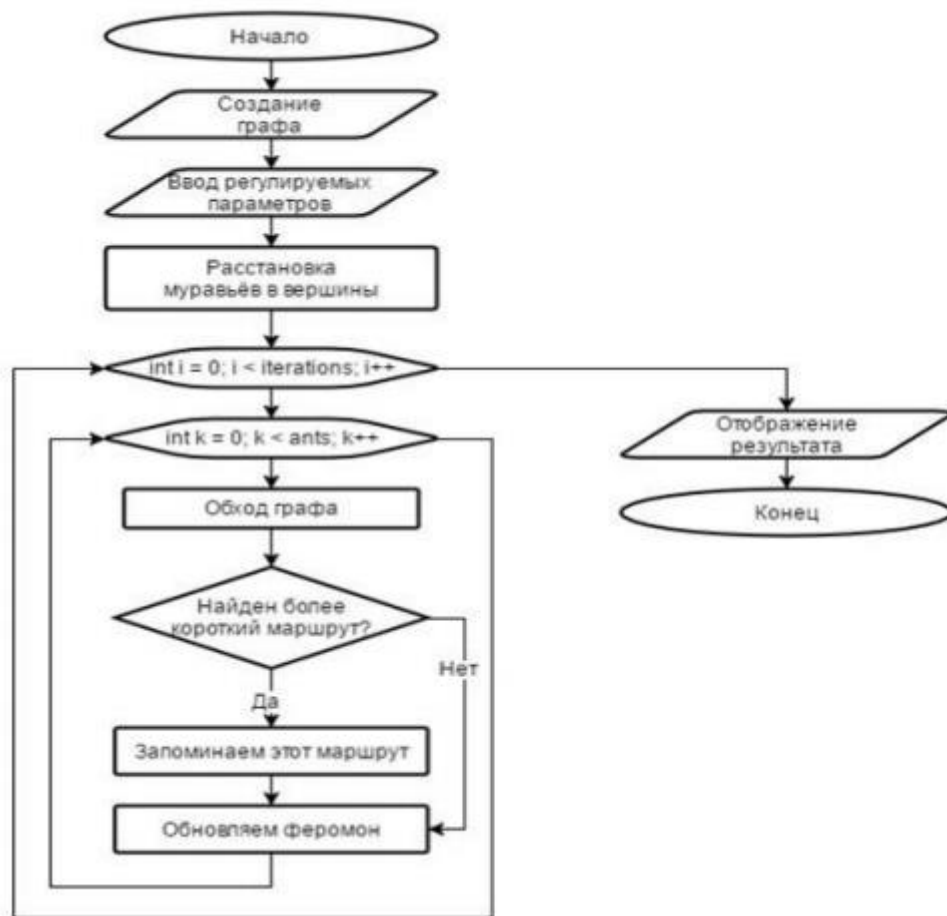


Рис.8 – Схема с описание работы программы

Требования к разрабатываемой программе:

1. Программа должна уметь создавать случайные графы любой заданной размерности, должна давать возможности реализовать самим пользователем любой граф, а также по необходимости загружать готовые графы различных форматов.

2. На созданном графе должны отображаться вершины и ребра, на которых будут веса.

3. Программа должна отображать пользователю процесс выполнения муравьиного алгоритма после каждой его итерации в виде изображений: толщина рёбер графа должна отображать количество феромона на них; лучший маршрут, найденный на момент текущей итерации, должен быть выделен отдельным цветом; необходимо указывать номер итерации, после которой было зафиксировано данное состояние графа.

4. По завершении работы алгоритма программа должна показывать длину маршрута, найденного в ходе выполнения алгоритма.

5. Пользователь должен иметь возможность просматривать все изображения, отображающие шаги выполнения алгоритма.

3.1 Исходные данные

Решение поставленной задачи требует наличия информации о количестве вершин и расстояниях между ними. Реализованы следующие способы получения данной информации программой:

- 1) Создание графа непосредственно в программе;
- 2) Чтение из файла формата tsp, .tsplib, .xls или .xlsx.

Граф может быть сгенерирован в программе случайным образом либо создан пользователем вручную. По умолчанию создаётся полный неориентированный граф (в соответствии с постановкой задачи), однако поддерживается работа с неполными графами, а также с ориентированными графами.

Создание случайного графа осуществляется по следующему правилу:

```

private void initCities(Graphics g)
{
    int rand_city_x = 0;
    int rand_city_y = 0;
    distances = new double[num_cities, num_cities];
    //создаёт вершину со случайными координатами
    if (random_cities == true)
    {
        city_list = new List<City>();
        click_counter = num_cities;
        for (int i = 0; i < num_cities; i++)
        {
            rand_city_x = rand_gen.Next(30, myCanvas.Width - 30);
            rand_city_y = rand_gen.Next(30, myCanvas.Height - 30);
            city_list.Add(new City(new Point(rand_city_x, rand_city_y)));
            city_list[i].Draw(g);
        }
        for (int i = 0; i < click_counter; i++)
            for (int k = 0; k < click_counter; k++)
            {
                double x = Math.Pow((double)city_list[i].getLocation().X -
                    (double)city_list[k].getLocation().X, 2.0);
                double y = Math.Pow((double)city_list[i].getLocation().Y -
                    (double)city_list[k].getLocation().Y, 2.0);
                distances[i, k] = Math.Round(Math.Sqrt(x + y), 2);
                distances_empty = false;
            }
    }
}

```

Рисунок 9 – Демонстрация муравьиного алгоритма в виде кода

Длины рёбер графа вычисляются автоматически, исходя из координат вершин на плоскости. Предусмотрена возможность редактирования таблицы расстояний непосредственно из программы либо путём загрузки файла Excel. Для работы этого алгоритма достаточно данных о количестве вершин и расстояниях между ними.

Полученная информация представляется в программном продукте пользователю в виде графа с обозначенным маршрутом обхода вершин.

Значения матрицы расстояний по умолчанию высчитываются из координат вершин:

$$\begin{aligned}
 distances[i,j] = & \text{Math.Sqrt}(\text{Math.Pow}((\text{double})city_list[i].getLocation().X - \\
 & (\text{double})city_list[j].getLocation().X, 2.0) + \\
 & \text{Math.Pow}((\text{double})city_list[i].getLocation().Y - \\
 & (\text{double})city_list[j].getLocation().Y, 2.0));
 \end{aligned}$$

Значения феромона по умолчанию определены по правилу:

$$pheromones[i,j] = 1 / num_cities;$$

3.2 Реализация алгоритма

Для вычисления оптимального маршрута в задаче коммивояжёра в программе применяются два алгоритма: метод полного перебора и алгоритм оптимизации подражанием муравьиной колонии.

Муравьиный алгоритм представим в виде псевдокода следующим образом:

```
For i=1:n For j=1:n // Для каждого ребра
  If I!=j tau(i,j)= tau0; // Феромон Else tau(i,j)=0; // Переход из вершины в себя
  невозможен End End For k=1:m End // Основной цикл For t=1:iters // iters - количество
итераций алгоритма For k=1:m // Для каждого муравья End If For i=1:n For j=1:n //
Для каждого ребра End End End
```

Временная сложность алгоритма оценена как $O(t * m * n^2)$, где t – число итераций, m – количество муравьёв, n – количество вершин в графе. При испарении феромона необходимо учитывать, что уровень феромона на рёбрах не должен достигать нулевого уровня, иначе переход по таким рёбрам будет невозможен и полученное решение будет субоптимальным. В связи с этим предусмотрено автоматическое задание минимального 1 уровня феромона как $\tau_{ij} = n$ при достижении τ_{ij} значения меньше указанного. Этот защитный механизм применяется в модификации Max-Min Ant System и не позволяет алгоритму сходиться к субоптимальным решениям.

Результирующий маршрут, полученный после выполнения алгоритма, может быть сохранён в виде изображения формата .bmp полностью либо отдельными шагами. Полный код муравьиного алгоритма представлен в приложении 2.

3.2.1 Описание классов

Для имплементации элементов муравьиного алгоритма были реализованы следующие классы:

Класс Ant представляет муравья, путешествующего между вершинами. Муравей обладает «списком табу», хранит пройденный маршрут, пройденное расстояние, а также знает текущее и следующее местоположения.

Класс City представляет вершину графа с координатами X, Y. По этим вершинам перемещаются муравьи.

Данные о матрице расстояний, матрице феромонов, регулируемых параметрах и вспомогательных параметрах хранятся в классе формы ant_colony_s_path. Подробнее в приложении

3.3 Интерфейс приложения и его возможности

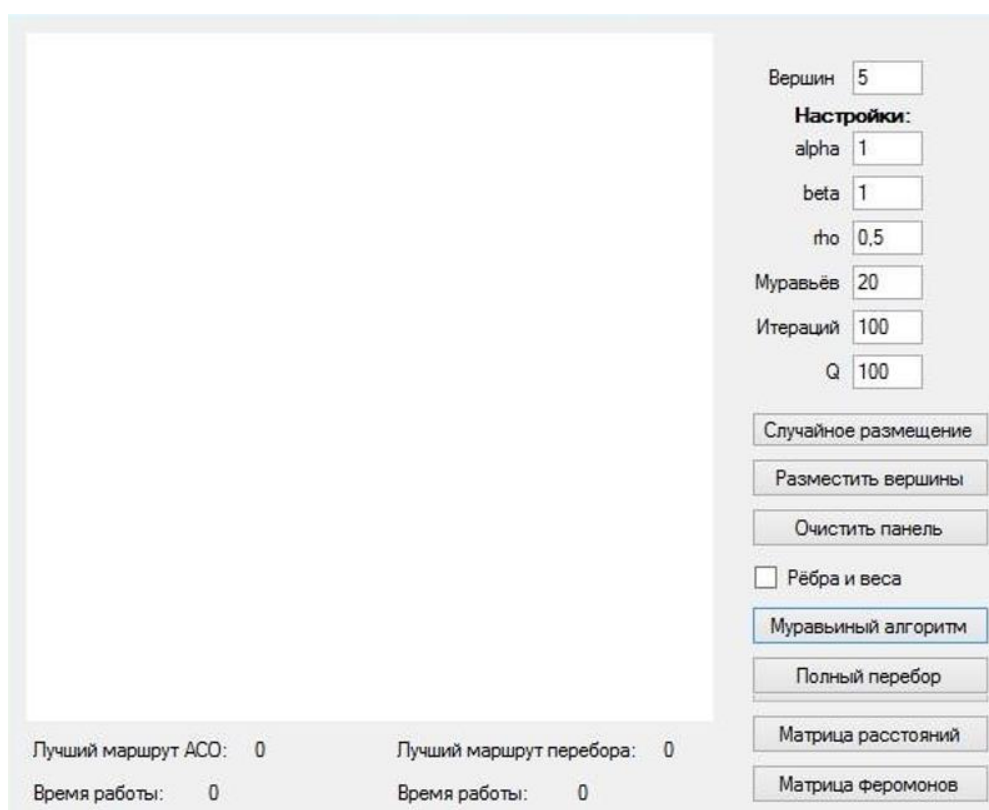


Рисунок 10 – Интерфейс программного продукта

В интерфейсе приложения предусмотрены следующие компоненты:

- панель, на которой отображаются граф и полученный маршрут;
- текстовые поля ввода параметров.

3.3.1 Пример создания графа и его решения

Будем рассматривать создание графа на основании имеющихся уже данных, считываемых из файла.

Алгоритм загрузки данных для пользователя:

- 1) нажатие на кнопку с названием Матрица расстояний
- 2) Открывается специальная вспомогательная форма
- 3) Вызвать диалог открытия файла, путем нажатия на кнопку Открывть координаты.
- 4) Выбрать необходимый файл.

Файл представляется в виде матрицы смежности, далее его можно преобразовать в упрощенный граф (без указания вершин весов ребер) или стандартный граф. Демонстрация графов будет представлена ниже.

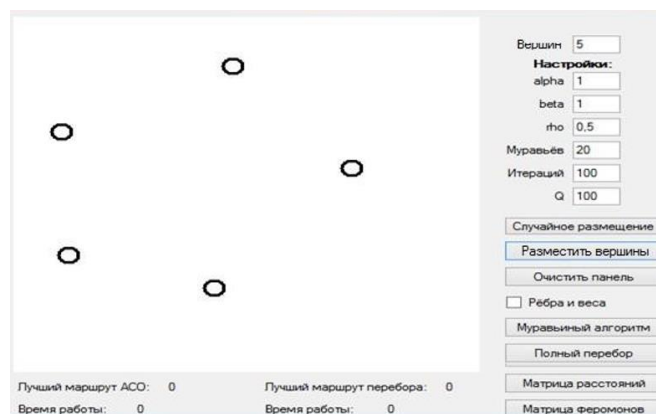


Рисунок 11 – Упрощённое представление графа

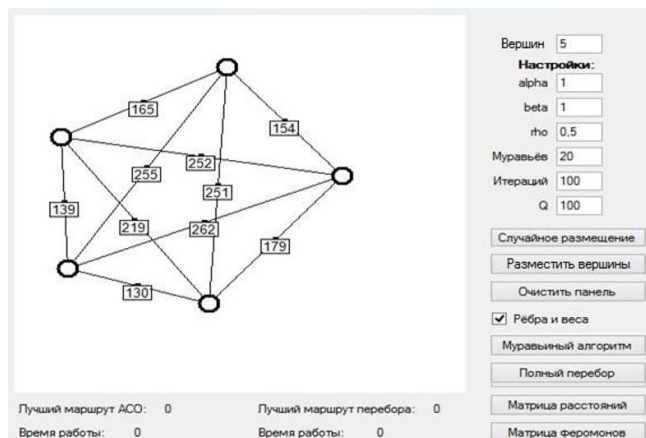


Рисунок 12 – Стандартное представление графа

3.3.2 Задание расстояний и феромонов

По щелчку на кнопку «Матрица расстояний» или «Матрица феромонов» откроется окно, отображающее элементы выбранной матрицы.

Пользователь может редактировать значения непосредственно в этом окне.

0	=	11	23	15	=
5	0	28	14	=	9
13	8	0	24	17	12
25	15	23	0	23	=
17	=	12	29	0	26
24	15	4	=	9	0

Рисунок 13 – Пример заполнения матрицы расстояний.

После редактирования значений матриц следует нажать на кнопку «Подтвердить матрицу». Указанные пользователем значения будут сохранены, а окно закроется. На главной форме будет изображён граф с указанными расстояниями.

Для загрузки матрицы расстояний из файла необходимо кликнуть на кнопку «Матрица расстояний» нажать на кнопку «Открыть расстояния». Появится диалоговое окно выбора файла, после чего пользователю необходимо выбрать файл (аналогично рисунку 11).

Аналогичные действия выполняются для изменения значений матрицы феромонов.

3.3.3 Получение конкретных результатов

Создаем граф с указанием реальных весов на графе, построенному по маршрутному пути города Томск.

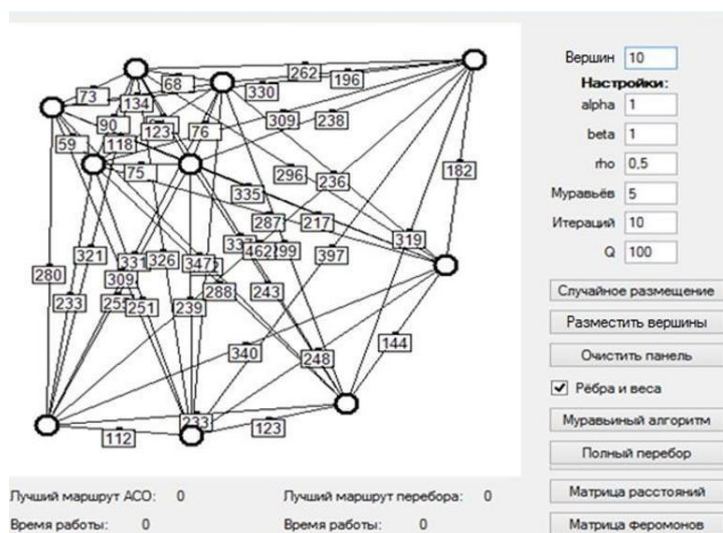


Рисунок 14 – Пример заданного графа

Далее рассматриваем работу муравьиного алгоритма, который осуществляется путем нажатия кнопочки Муравьиный алгоритм.

После завершения работы алгоритмов автоматически открывается окно просмотра результатов.

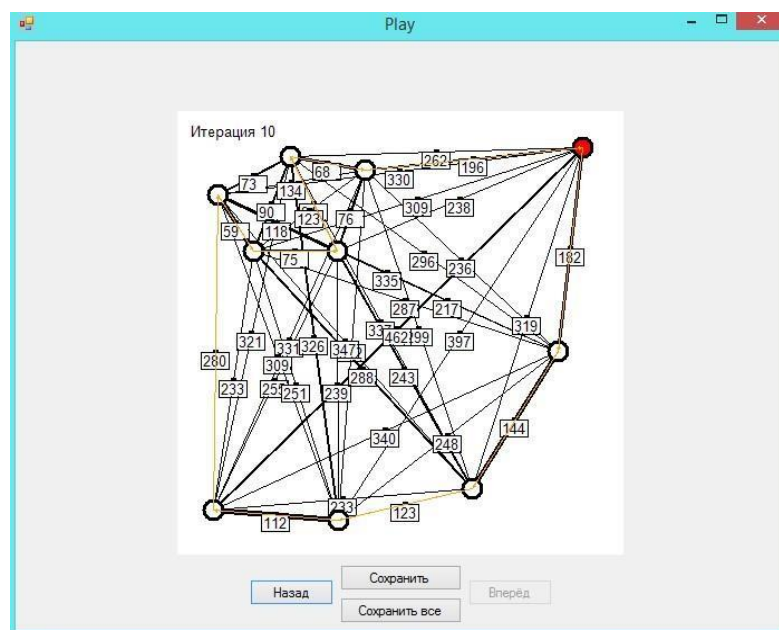


Рисунок 15 – Окно отображения результатов

Демонстрация работы муравьиного алгоритма показывает количество итераций, толщину феромона, в результате чего и наикратчайший путь. Толщина феромона отражается в цветной толщине ребра, чем больше толщина, тем соответственно и больше феромона.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Выполнение грамотной научно-исследовательской работы требует наличия экономической оценки всех её элементов: как объекта исследования, так и методов, которые для этого используются. Целью данного раздела является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов нахождения оптимального пути курьера при заказах в некоторой части города Томска. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести SWOT-анализ;
- определить эффективность исследования
- провести планирование научно-исследовательской работы;
- произвести расчёт бюджета научно-исследовательской работы;
- составить оценку научно-технического эффекта.

В процессе написания выпускной квалификационной работы были определены следующие потенциальные потребители разработанного продукта. К ним можно отнести физические лица, которые заказывают на дом еду, офисные работники и т.д. В свою очередь, эту группу можно разделить по следующим признакам: адрес доставки, количество точек сбора заказа, расстояние.

Написана программа, состоящая из алгоритмов, способствующих выявлению кратчайшего пути. Однако, прежде чем составить маршрут курьеру, необходимо учесть его местонахождение, адрес пункта сбора заказа и расстояние от заведения, где он забирает заказ до адресата. Для этого проведем классификацию потенциальных клиентов.

Таблица 7 – Группы клиентов в зависимости от количества точек сбора заказа и расстояния

Группы заказов	Цель доставки
Группа 1 Одна точка сбора заказа	Забрать заказ и в скором времени доставить клиенту
Группа 2 Две и более точек сбора заказа	Учитывая правила логистики, поиск кратчайшего пути до ближайшего места сбора заказа, затем до следующего рядом находящегося сбора заказа и так далее, и в скором времени доставить клиенту

Сервисы, предоставляющие услуги по решению проблем с логистикой:

Муравьиная логистика — украинский облачный сервис управления транспортом, позволяющий быстро выполнить расчет оптимальных маршрутов доставки. Сервис был запущен около 5 лет назад и стал популярным у малого и среднего бизнеса. Сегодня его услуги особенно популярны, так как растущая конкуренция выживания среди малых и средних предприятий при резком уменьшении количества заказов требуют от владельцев оптимизации расходов. Сервис предлагает такой функционал, как:

- автоматическое планирование маршрутов;
- оценка рентабельности точек доставки;
- GPS-контроль маршрутов движения;
- генерацию аналитической отчетности.

Применение этого или аналогичного сервиса оптимизации позволяет значительно (до 20%) уменьшить пробег автомобилей при доставке грузов. Небольшие компании, которые используют найм авто и не могут позволить себе собственный парк, часто отказываются от GPS-трекинга, так как не видят перспективы в установке трекеров на чужие авто. В подобных случаях сервис предлагает собственное мобильное приложение для установки на смартфоны водителей и отслеживание положение груза, информации о пройденном

километраже и затраченном времени через них. Чтобы оценить сервис, можно использовать бесплатную триал-версию.

Agora Freight представляет собой цифровой экспедитор и первый логистический агрегатор рунета. Сервис позволяет проводить онлайн-расчет общей стоимости перевозок, в том числе авиационных, автомобильных, контейнерных, мультимодальных «от двери до двери». Сервис работает с большинством существующих видов груза и со всеми видами транспорта, включая авиаперевозки. Агрегатор объединяет несколько тысяч перевозчиков и транспортных агентов во всем мире. В настоящий момент сервис использует онлайн расчет для таких стран как Китай, Вьетнам, Южная Корея, США, Индия, страны ЕС и Россия. Также поддерживает внутрироссийские перевозки, в том числе сборных грузов, а также внутрироссийские магистральные автоперевозки. Особенностью является единый договор на оказание услуг во всех странах мира, с одинаковыми условиями, а также страховка грузов в TT Club. Помимо автоматизации процессов, сервис предоставляет живых аккаунт-менеджеров, которые уточняют нюансы и помогают решить возникающие вопросы.

Одним из неожиданных решений последних месяцев стало активное применение агрегатора служб эвакуации и техпомощи МЭТР в логистических цепочках для доставки разнообразных грузов вместо грузовых автомобилей, которые сломались в дороге. По внутренней статистике агрегатора, таких случаев весной-летом 2020 увеличилось в два раза. Сервис позволяет уменьшить расходы благодаря тому, что при поломке тягача вместо замены транспортного средства прицеп с грузом доставляется эвакуатором.

Одним из неожиданных решений последних месяцев стало активное применение агрегатора служб эвакуации и техпомощи МЭТР в логистических цепочках для доставки разнообразных грузов вместо грузовых автомобилей, которые сломались в дороге. По внутренней статистике агрегатора, таких случаев весной-летом 2020 увеличилось в два раза. Сервис позволяет уменьшить расходы благодаря тому, что при поломке тягача вместо замены транспортного средства прицеп с грузом доставляется эвакуатором. Как отмечают представители компании,

эвакуаторы, как правило, доставляют грузы с весом от 10 до 40 тонн по маршрутам протяженностью до 300 км. Такие решения логистов связаны с тем, что в текущих условиях ключевым фактором является время, и они не готовы его терять, ведь хронологические потери всегда выше, чем дополнительные расходы на доставку эвакуатором. При небольших (200 - 300 км) дистанциях доставки груза экономия от применения эвакуатора (по сравнению с вызовом другого тягача) достигает 15-20%

ABM Rinkai TMS – SaaS-сервис управления транспортом и транспортной логистикой. Основная задача - формирование оптимальных маршрутов доставки грузов, за счет чего снижаются расходы на транспортировку (топливо, амортизация транспорта). Сервис анализирует маршруты с учетом различных ограничений: узкие временные окна, грузоподъемность, объем и масса груза и т.д. Сервис применяет оригинальный алгоритм, способный быстро (до 5 минут) вычислять оптимальные маршруты. Система позволяет вручную редактировать и перераспределять заказы. По заявлениям разработчиков, такая оптимизация сокращает транспортные логистические затраты на 10 -15 %.

Логистический сервис <https://yacurier.com>, позволяющий частично автоматизировать и частично упростить процессы курьерской доставки. Сравнительно недавно сервис обновил Android-приложение, которое позволяет курьерам более оперативно выполнять заказы за счет использования push-уведомлений о новых заказах, а также оптимизированного интерфейса. В приложении также реализована возможность быстрой связи с получателем и отправителем непосредственно через приложение. Высокая скорость обработки заказов увеличивает их плотность, а соответственно, увеличивает прибыль. В качестве мотивирующей составляющей и системы контроля качества услуг в приложении введена система рейтингов для курьеров. В соответствии с правилом, реализованным в системе, курьеры с более высоким рейтингом получают заказы раньше.

Применение представленных сервисов не сможет устранить причины существующих проблем в логистике, но поможет избежать последствий кризисных процессов в экономике и выжить в условиях жесткой конкуренции.

4.1 Анализ конкурентных технических решений

Основной целью программы является нахождение кратчайшего пути для курьера. Такая цель может достигаться путем расчета расстояний и грамотно выстроенной логистики. Чем быстрее доставлен заказ, тем выше конкурентоспособность. Грамотно выстроенная логистика позволит компании выполнять большее количество заказов. Анализ конкурентных решений представлен в таблице ниже.

Для оценочной карты среди критериев, используемых при решении транспортных задач, рассмотрим:

- своевременность доставки;
- продолжительность доставки;
- потери продуктов в процессе транспортировки;
- обеспечение транспортным средством;
- себестоимость доставки;
- прибыль компании;
- критерий оптимальности.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		К1 Самовывоз)	Ф (Доставка)	К2 (Кафе)	К1 Самовывоз	Ф Доставка	К2 Кафе
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Своевременность	0,1	2	4	4	0,9	1,8	1,8
2. Продолжительность	0,25	3	5	2	0,76	1,25	0,5
3. Потери продуктов	0,06	5	5	5	0,75	0,75	0,75
4. Обеспечение транспортным средством	0,45	5	5	3	0,25	0,25	0,15
5. Себестоимость доставки	0,04	5	4	2	0,2	0,18	0,08
6. Прибыль компании	0,05	5	5	2	0,15	0,16	0,08
7. Оптимальность	0,05	5	5	4	0,15	0,15	0,11
Итого	1	0	3	2	3,16	4,54	3,47

Позиция разработки оценивается по каждому показателю экспертным путем

по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * \text{Б}_i$$

где K – конкурентоспособность решения или конкурента, B_i – вес показателя (в долях единицы), Б_i – балл i -го показателя.

Таким образом, можно сделать вывод, что по многим показателям доставка еды является более предпочтительным, чем другие варианты (значение 4,54 является максимальным).

4.2 Технология QuaD

Для описания качества новой разработки и ее перспективности на рынке использована технология QuaD. Оценка разработки, с учетом ее технических и экономических особенностей, создания и коммерциализации, представлена в таблице 3.

Таблица 8 – QuaD-анализ

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
Показатели оценки качества разработки					
1.Повышение производительности труда пользователя	0,12	95	100	0,95	0,114
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,12	90	100	0,9	0,108
3.Надежность	0,12	90	100	0,9	0,108
4.Безопасность	0,08	95	100	0,95	0,076
5.Потребность в ресурсах памяти	0,12	85	100	0,85	0,102
6.Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,11	85	100	0,85	0,0935

7.Простота эксплуатации	0,08	90	100	0,9	0,072
8.Качество интеллектуального интерфейса	0,08	80	100	0,8	0,064
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9.Конкурентоспособность продукта	0,06	95	100	0,95	0,057
10.Уровень проникновения на рынок	0,04	70	100	0,7	0,028
11.Цена	0,01	100	100	1	0,01
12.Послепродажное обслуживание	0,05	100	100	1	0,05
13.Срок выхода на рынок	0,01	85	100	0,85	0,0085
Итого	1				89,1

В результате проведенного анализа перспективность разработки равна 89,1%. Поскольку значение показателя входит в промежуток от 80 до 100, данная разработка является перспективной.

4.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой сводную таблицу, иллюстрирующую связь между внутренними и внешними факторами компании. Целью SWOT-анализа

является предоставление возможности оценки риска и конкурентоспособности компании или товара в данной отрасли производства.

Методика SWOT-анализа необходима, для того, чтобы определить наиболее прозрачное на положение компании, продукции или услуги в данной отрасли.

Приведем матрицу SWOT-анализа для поиска оптимального пути курьера внекоторой части города Томска.

Таблица 9 – Матрица SWOT – анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>C1. Высокая степень систематичности доставки еды.</p> <p>C2. Грамотно выстроена логистика.</p> <p>C3. Увеличение прибыли за счет большего количества заказов.</p>	<p>Сл1. Необходимость учитывать возможное изменение маршрута.</p> <p>Сл2. Учитывать свежесть еды, в зависимости от времени в пути курьера.</p>
<p>Возможности</p> <p>B1. Увеличение заказов на доставку в разные районы города.</p> <p>B2. Повышение финансовой стабильности.</p>	<p>B1C2</p> <p>Расширение работы доставки по разным районам города.</p> <p>B3C3</p> <p>Предусмотрение любого вида передвижения.</p>	<p>B1Сл2</p> <p>Для доставки скоропортящихся продуктов использовать транспорт.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Финансовые кризисы.</p> <p>У2. Возможные конкуренты.</p> <p>У3. Непредвиденные погодные изменения.</p>	<p>У1У2С1</p> <p>Обеспечение защиты персонала.</p> <p>У3С1С2С3</p> <p>Обеспечение конкуренции с помощью маркетинга.</p>	<p>У1Сл1</p> <p>Доставка еды в определенные сроки.</p> <p>У2Сл2</p> <p>Предоставление необходимого оборудования для доставки скоропортящейся еды.</p>

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными в сложившейся ситуации представляются следующие стратегии:

- необходимо грамотно выстроить логистику доставки. Это, в свою очередь, обеспечит рост объемов инвестиций в российские ценные бумаги;
- необходимо обеспечить персонал оборудованием.

Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения альтернативных вариантов реализации технической задачи используется морфологический подход. Морфологическая матрица для составляющих реализации рассматриваемого проекта представлена в таблице 5.

Таблица 10 – Морфологическая матрица

	1	2
А. Язык разработки	Python	C#
Б. ОС	Windows	Windows
В. Фреймворк	Jupyter Notebook	JUCE
Г. Тип ИНС	Сверточные нейронные сети (convolutional neural network, CNN)	Автокодировщик (autoencoder, AE)

Из полученной морфологической матрицы, можно получить как минимум 2 варианта реализации проекта:

- Исполнение 1. А1Б1В1Г2.
- Исполнение 2. А2Б2В2Г1.

В рамках ВКР реализуется второй вариант исполнения, а другой необходим для проведения сравнительного анализа.

Планирование научно-исследовательских работ

При организации процесса реализации данного исследования необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Так как число исполнителей редко превышает двух в большинстве случаев, то для наглядного результата чаще пользуются линейным графиком. Для построения такого графика приведем в таблице – 6 перечень работ и занятость исполнителей.

Таблица 11 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ Этапа	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	НР – 100%

2	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	НР – 50% С – 100%
4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, студент	НР – 30% С – 100%
6	Написание программы	Студент	С – 100%
7	Тестирование программы	Студент	С – 100%
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент	С – 100%
9	Оформление графического материала	Студент	С – 100%
10	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	НР – 60% С – 100%

4.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;
 t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;
 t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 2 работ, требуется группа специалистов из следующего состава:

- Студент (С), соискатель степени бакалавра;
- Научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{рд}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Так, для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$ ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д},$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1–1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель). Возьмем значение $K_{Д} = 1$.

Продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе представлена в таблице – 7.

Таблица 12 – Временные показатели проведения научного исследования

№ Этапа	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ, дни			
					$T_{рд}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	С	НР	С
1	Научный руководитель	1	2	1,6	1,6	-	1,92	-
2	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
3	Научный руководитель, студент	10	15	12	6	12	7,2	14,4
4	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
5	Научный руководитель, студент	1	2	1,6	1,6	0,48	1,92	0,58
6	Студент	15	20	17	-	17	-	20,4

7	Студент	3	5	3,8	-	3,8	-	4,56
8	Студент	10	20	14	-	14	-	16,8
9	Студент	1	2	1,6	-	1,6	-	1,92
10	Научный руководитель, студент	5	10	7	4,2	7	5,04	8,4
Итого:				72,6	27,4	57,28	32,88	68,74

4.5 Разработка графика проведения научного исследования

Выполнение ВКР является небольшим по объему исследованием, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Так, построим ленточный график. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, который определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$ для при шестидневной рабочей недели);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,20.$$





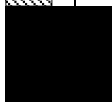




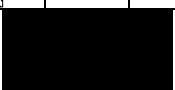





Таким образом, коэффициент календарности $T_{\text{К}}$ равен 1,20.

Величины трудоемкости этапов по исполнителям ТКД (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта.

Пример построения линейного графика приведен в таблице – 8.

Таблица 13 – Линейный график работ

Этап	Вид работ	НР	С	Продолжительность выполнения работ
------	-----------	----	---	------------------------------------

				март			апрель			май		
				10	20	30	10	20	30	10	20	30
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	1,92	-									
2	Составление и утверждение ТЗ	8,4	0,84	 								
3	Подбор и изучение материалов по тематике	7,2	14,4		 							
4	Разработка календарного плана	8,4	0,84			 						
5	Обсуждение литературы	1,92	0,58				 					
6	Написание программы	-	20,4									
7	Тестирование программы	-	4,56									
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	-	16,8									
9	Оформление графического материала	-	1,92									
10	Анализ полученных результатов	5,04	8,4									 

Обозначения:



– Научный руководитель;



– Студент.

4.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- Материалы и покупные изделия;
- Заработная плата;
- Социальный налог;
- Расходы на электроэнергию (без освещения);
- Амортизационные отчисления;
- Оплата услуг связи;
- Прочие (накладные расходы) расходы.

5.1. Расчет материальных затрат

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом исследования.

Покажем отражение стоимости всех материалов, используемых при работе над проектом, включая расходы на их приобретение и, при необходимости, доставку. Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице – 9.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб.	Сумма, руб
Бумага	Пачка	1	300	300
Канцелярские принадлежности	шт.	5	100	500
Картридж для принтера	шт.	1	3000	3000
Итого:				3800

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 3\,800 * 1,05 = 3\,990 \text{ руб.}$$

4.7 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * \text{ЦЭ}, \quad (5)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

ЦЭ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ ЦЭ = 5,748 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы – 3 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t, \quad (6)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени. Возьмем его равным 1.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} * K_C, \quad (7)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 10.

Таблица 15– Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	464	0,3	800,12
Итого:			800,12

4.8 Расчет заработной платы для исполнителей

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы.

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата (ЗП_{дн-т}) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{25,083}.$$

Учитывая, что в году 300 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Пример расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы – 7. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{пр} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная тарифная ставка руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33664	1342,09	28	1,699	63845,9
С	16624	662,75	58	1,62	57949,83
Итого					121795,73

4.9 Отчисления во внебюджетные фонды.

В данной статье отображаются затраты, включающие в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$.

Итак, в нашем случае:

$$C_{\text{соц}} = 121795,73 * 0,3 = 36538,719 \text{ руб.}$$

4.10 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{\text{ам}} = \frac{H_A * Ц_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_D},$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Например, для ПК в 2020 г. (301 рабочий день при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 301 * 8 = 2408$ часа.

Для ПК найдем $H_A = 0,4$.

Стоимость ПК= 25 000 рублей. Время использования 464 часа, тогда для него:

$$C_{\text{ам}}(\text{ПК}) = \frac{0,4 * 25000 * 464 * 1}{2408} = 1926,91 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации 1926,91 руб.

4.11 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зд}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) * 0,1$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч}} = (3\,990 + 121\,795,73 + 36\,782,31 + 801,12 + 1\,561,84) * 0,1 = 16\,495,1 \text{ руб.}$$

4.12 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта. Данные результаты можно посмотреть в таблице – 12.

Таблица 17 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	3 990
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	121 795,73
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	36 782,31
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	801,12
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	1 561,84
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	16 495,1
Итого:		181 424,1

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 181\,424,1$ руб.

4.13 Расчет прибыли

Прибыль примем в размере 10 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 18142,41 руб. (10 %) от расходов на разработку проекта.

4.14 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае:

$$\text{НДС} = (181424,1 + 18142,41) * 0,2 = 39913,3 \text{ руб.}$$

4.15 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 181424,1 + 18142,41 + 39913,3 = 239479,81 \text{ руб.}$$

4.16 Оценка научно-технического эффекта

Социально-научный эффект проявляется в росте числа открытий, изобретений, увеличении суммарного объема научно-технической информации, полученной в результате выполнения выпускной квалификационной работы, создании научного «задела», являющегося необходимой предпосылкой для проведения в будущем прикладных исследований и выполнения работы по модернизации конструкций выпускаемых изделий.

За последние годы появились предложения не только по качественной характеристике социального эффекта, но и по системе количественных показателей.

Элементом количественной оценки социально-научного эффекта следует считать определение научно-технического эффекта бакалаврской работы по следующей методике. Сущность этой методики состоит в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент научно-технического эффекта ВКР:

$$H_T = \sum_{i=1}^3 r_i * k_i$$

где r_i – весовой коэффициент i -го признака (определяющийся по Таблице 13);

k_i – количественная оценка i -го признака.

Проведем расчет коэффициента научно-технического эффекта ВКР для нейронной сети.

Таблица 18 – Определение весового коэффициента

Признак научно технического эффекта ВКР(i)	Применение значения весового коэффициента (r)
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможность реализации	0,2

Количественная оценка уровня новизны ВКР определяется на основе значений Таблицы 19.

Таблица 19 – Количественная оценка уровня новизны ВКР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8-10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5-7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований	2-4
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты исследования носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат, который ранее был известен	0

Для данной выпускной квалификационной работы уровень новизны – относительно новая, баллы – 4.

Теоретический уровень полученных результатов выпускной квалификационной работы определяется на основе значения баллов, приведенных в Таблице 20.

Таблица 20–Теоретический уровень полученных результатов в ВКР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установления закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программ мероприятий, устройство, и т.д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии, или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств, отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

В данной выпускной квалификационной работе был разработана нейронная сеть, а точнее ее алгоритмы написания, поэтому теоретический уровень полученных результатов равен 6 баллам.

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов из Таблицы 21

Таблица 21– Время и масштабы реализации проекта

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль(министерство)	4
Народное хозяйство	10
Примечание: Баллы по времени и масштабам реализации складываются	

Способ создания программы для оптимизации доставки с заданным уровнем надежности можно реализовать в течение первых лет (10 баллов) для отрасли(министерства) (4 балла).

Рассчитаем коэффициент научно-технического эффекта:

$$H_T = 0,6 * 4 + 0,4 * 6 + 0,2 * 14 = 7,6$$

Приведем таблицу оценок уровня научно-технического эффекта.

Таблица 22 – Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень научно-технического эффекта	Коэффициент научно-технического эффекта
Низкий	1-4
Средний	5-7
Сравнительно высокий	8-10
Высокий	11-14

В соответствии с Таблицей 22, уровень научно-технического эффекта – средний.

4.17 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{294696}{263856,73} = 0,77, I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{263856,73}{263856,73} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 23).

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2
1.Точность	0,3	5	4
2. Временные затраты	0,4	5	4
3. Надежность	0,2	4	4
4. Затраты	0,1	4	3
ИТОГО	1		

В таблице 21 проводится сравнение двух вариантов проведения исследования: используемый и с использованием других пакетов программ.

$$I_{p-исп1} = 5 * 0,3 + 5 * 0,4 + 4 * 0,2 * 4 * 0,1 = 4,7;$$

$$I_{p-исп2} = 4 * 0,3 + 4 * 0,4 + 4 * 0,2 * 3 * 0,1 = 3,9.$$

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что научно-техническое исследование будет ресурсоэффективно при первом варианте исполнения проекта, т.е. при высокой производительности и энергоэффективности проекта.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,7}{0,77} = 6,1;$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,9}{1} = 3,9$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{6,1}{3,9} = 1,56$$

Таблица 24— Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,77	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,9

3	Интегральный показатель эффективности	6,1	3,9
---	--	-----	-----

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4.18 Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

1) Проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость, составлена ленточная диаграмма Ганта, и определен бюджет научно-исследовательской работы. В ходе планирования научно-исследовательских работ определён перечень работ, выполняемый рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из двух человек: руководитель и инженер. Результаты соответствуют требованиям ВКР по срокам и иным параметрам.

2) Бюджет научно-технического исследования составил 239479,81 рубля. Бюджет НТИ состоит из затрат на разработку (181424,1 рубля), отчислений во внебюджетные фонды (39913,3 рубля) и накладных расходов (18142,41 рубля).

3) Доставка еды по многим показателям является более предпочтительным, чем другие варианты со значением 4.54.

4) В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» с помощью SWOT-анализа были выведены наиболее эффективные в сложившейся ситуации стратегии. После формирования бюджета затрат на проектирование суммарные капиталовложения составили 242675,46 рублей. Уровень научно-технического эффекта – средний. Проект экономически целесообразен.

5) Капиталовложения в размере 242675,46 рублей позволят реализовать разработанный проект по написанию программы для нахождения кратчайшего пути доставки еды

5. Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно Ст. 108 ТК РФ режим офисного работника в течении рабочего дня не должен превышать 8 часов с перерывом на обед от 30-ти минут до 2-х часов. Необходимо придерживаться правильного режима труда и отдыха, чтобы избежать вредного воздействия компьютера на здоровье человека.

Рабочее место должно быть организовано с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания».

Таблица 25 – Параметры рабочего места при работе

Параметры	Значение параметра	Реальные значения
Высота рабочей поверхности стола	От 600 до 800, мм	770 мм
Высота клавиатуры	600-700, мм	630 мм
Удаленность клавиатуры	Не менее 80, мм	85 мм
Удаленность экрана монитора	500-700, мм	650 мм
Высота сидения	400-500, мм	470 мм
Угол наклона монитора	0-30, град.	10 мм
Наклон подставки ног	0-20, град.	0 мм

Нормативные параметры для монитора компьютера указаны в таблице 26

Таблица 26 – Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/м ²
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20\%$
Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1

Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение во времени яркости изображения на экране дисплея)	Не должна фиксироваться
--	-------------------------

Для того, чтобы программист не был рассеянным и мог сосредоточиться на работе, необходимо выбирать неяркие и малоконтрастные оттенки мониторов.

5.2 Профессиональная социальная безопасность.

5.2.1 Анализ опасных и вредных факторов, которые может создать объект исследования.

Любой производственный процесс, в том числе и работа с вычислительной техникой, сопряжен с появлением опасных и вредных факторов. Опасным называется фактор, воздействие которого на человека вызывает травму, то есть внезапное повреждение организма в результате воздействия внешних факторов. Вредным называется фактор, длительное воздействие которого на человека, приводит к профессиональным заболеваниям.

Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при работе с ПК, подразделяются по природе действия на следующие группы:

- физические;
- химические;
- психофизиологические.

Основные опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при работе с компьютером, представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

	Этапы работ	
--	-------------	--

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Разра ботка	Изгот овление	Эксп луатация	Нормативные документы
1. Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [4]
2. Недостаточная освещенность	+	+	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».[8] Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
3. Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса		+	+	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2011 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021);[1]
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.[5]

5.3. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

5.3.1 Микроклимат

ЭВМ выделяет значительное количество тепла и является причиной повышения температуры и снижения влажности воздуха на рабочем месте, вызывающих раздражение кожи. Но повышения температуры незначительны и системы кондиционирования воздуха, и регулярное проветривание способствуют поддержанию здорового микроклимата в помещении. При продолжительной работе может возникнуть сильное переутомление, что может ослабить защитные свойства организма.

СанПиН 1.2.3685-21 устанавливает нормы допустимых показателей микроклимата при работе с компьютерами (табл. 28)

Таблица 28 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

		Температура воздуха, °С			Скорость движения воздуха
--	--	-------------------------	--	--	---------------------------

Период года	Категория работ по уровню энергопотребления, Вт	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин	Температура воздуха поверхностей	Относительная влажность воздуха	Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19,0 - 26,0	15 - 75	0,1	0,1
Тёплый	Ia (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	20,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,2

5.3.2. Освещенность

Одним из важнейших условий безопасности жизнедеятельности человека является рациональное и достаточное освещение рабочего места и помещения в целом. Помещение может быть плохо освещено, вследствие чего пользователю приходится напрягать зрительные органы. Пользователь ПК подвергается воздействию плохой освещенности с самого начала работы. Ее воздействие продолжается до окончания работы на ПК или с оргтехникой. Последствиями плохой освещенности являются песок в глазах, тени перед глазами, напряжение зрительных органов. Последствия проходят через некоторое время после окончания работы за ПК. Длительность “восстановительного периода” зависит от времени, проведенного за ПК при плохой освещенности.

Нормы оптимальных и допустимых показателей устанавливает СанПиН 1.2.3685-21.

Таблица 29 - Нормы оптимальных и допустимых значений освещенности.

Рабочая поверхно сть и плоскость нормиров ания КЕО и освещённ ости и высота плоскост	Естественное освещение		Совмещённое освещение		Искусственное освещение				
	КЕО , %		КЕО , %		Освещённость, лк		Объединё нный показател ь дискомфо рта, UGR, не более	Коэффиц иент пульсаци и освещённ ости, Кп, %, не более	
	при верхнем или комбиниров анном освещении	при боково м освеще нии	при верхнем или комбиниров анном освещении	при боково м освеще нии	при комбинирова нном освещении				при общем освеще нии
					всег о	от общег о			

и над полом, м									
Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	21	15

К средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся:

- источники света;
- осветительные приборы;
- световые проемы;
- светозащитные устройства.

5.3.4 Уровень шума

Шум неблагоприятно влияет на человека. Длительный шум влияет не только на слух. Он делает человека нервным, ухудшает ее самочувствие, снижает работоспособность и скорость движения, замедляет умственный процесс.

Шум влияет на систему пищеварения и кровообращения, сердечно-сосудистую систему. В случае постоянного шумового фона до 70 дБ возникает нарушение эндокринной и нервной систем, до 90 дБ – нарушает слух, до 120 дБ – приводит к физической боли, которая может быть нестерпимой. Шум не только ухудшает самочувствие человека, но и снижает производительность труда на 10-15%. В связи с этим борьба с ним имеет не только санитарно-гигиеническое, но и большое технико-экономическое значение.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L = 20 \log \frac{P}{P_0},$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

P_0 – исходное значение звукового давления в воздухе, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности представлены в таблице ниже.

Таблица 30 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса легкая физическая нагрузка
Напряженность легкой степени	80
Напряженность средней степени	70
Напряженный труд 1 степени	60
Напряженный труд 2 степени	50

Одним из важных профилактических средств предупреждения усталости при действии шума является чередование периодов работы и отдыха.

5.3.5 Электричество

Под электробезопасностью понимается система организационных и технических мероприятий по защите человека от действия электрического тока, электрической дуги, статического электричества, электромагнитного поля.

При эксплуатации электроприборов возможно воздействие на работающих следующих опасных производственных факторов:

- поражение электрическим током при прикосновении к токоведущим частям;
- неисправность изоляции или заземления;
- искрение;
- возгорание.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать

значений, указанных в таблице ниже.

Таблица 31 – Допустимые значения напряжений прикосновений и токов при неаварийном режиме

Род тока	U , В	I , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения.

5.4 Экологическая безопасность

Объект исследования является теоретическим и не оказывает влияния на окружающую среду

В ходе данной работы были использованы следующие ресурсы:

- электроэнергия для работы компьютера;
- бумага;
- люминесцентные лампы.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

При написании ВКР вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому не оказывались существенные воздействия на окружающую среду, и никакого ущерба окружающей среде не было нанесено.

В связи с тем, что огромная масса информации содержится на бумажных носителях, уничтожение бумаги играет очень важную роль. Среди основных

методов уничтожения, которые применяются на сегодняшний день для бумажных документов, следует отметить следующие:

- сжигание документов;
- шредирование;
- закапывание;
- химическая обработка.

Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [6].

В ходе деятельности организация также создает бытовой мусор (канцелярские, пищевые отходы, искусственные источники освещения), который должен быть утилизирован в соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние на состояние литосферы.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В соответствии с пунктом 1 Приложения к Положению о государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2015 г. № 1418 «О государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» производство и реализация стартапа относится к категории низкого риска [13]. Прежде всего, организация не планирует эксплуатацию потенциально опасных или критически

важных объектов природного и техногенного характера.

Наиболее типичной ЧС, которая может возникнуть во время работы, является пожар, причиной которого может послужить:

- несоблюдение норм пожарной безопасности;
- обрыв проводов;
- курение в неположенном месте
- замыкание электропроводки оборудования.

Обязательные требования пожарной безопасности, которые необходимо соблюдать, установлены Правилами противопожарного режима в РФ, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года N 1479 [14].

Во избежание возникновения пожара:

- необходимо проводить регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения;
- запрещается оставлять по окончании рабочего времени не обесточенными оборудование в помещениях, в которых отсутствует дежурный персонал, за исключением дежурного освещения, систем противопожарной защиты;
- запрещается размещать мебель, оборудование и другие предметы на подходах к пожарным кранам внутреннего противопожарного водопровода и первичным средствам пожаротушения, у дверей эвакуационных выходов, люков на балконах и лоджиях, в переходах между секциями и выходами на наружные эвакуационные лестницы;
- запрещается проводить уборку помещения быстровоспламеняющимися средствами;
- необходимо проведение инструктажа работников по действиям при пожаре;
- необходимо создание плана эвакуации и размещение его экземпляров

в доступных местах.

Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности и неисправные электроприборы.

5.6 Вывод по разделу

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы безопасности, опасные и вредные факторы производства, вопросы экологической безопасности, а также вопросы безопасности при наиболее типичной ЧС при производстве инновационных графеновых электродов, применяемых в биоэлектронике. На основании полученных данных были разработаны способы уменьшения негативного влияния вредных факторов и способы устранения опасных. Также были разработаны меры по уменьшению влияния производственных факторов на состояние здоровья человека и окружающую среду.

Данный раздел и полученная информация имеют практическую значимость при реализации стартапа по производству графеновых электродов, т.к. способствует созданию наиболее безопасных условий на производстве для человека и для окружающей среды.

Заключение

В ходе ВКР была реализована транспортная задача в виде задачи коммивояжёра. Данная задача в настоящее время является крайне актуальной, ведь много различных организаций в сфере транспорта заинтересованы в оптимизации своих маршрутов.

Так реализуемая задача была направлена на оптимизацию пути курьера компании SOCHNO, так чтобы была уменьшена время доставки, тем самым уменьшить затраты на нее для получения дальнейшей выгоды и выстраивания доверительных взаимоотношений с клиентами

Для получения необходимой информации о длине маршрута и затрачиваемом времени были использованы современные сервисы с ГИС-технологиями, так же был учтен дополнительный фактор в виде перекрестков, так как курьеры используют личные автомобили.

Список литературы

1. Лекционный материал Поляковой О.А., доцента кафедры «Информационные Технологии и Автоматизированные Системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://info.rully.ru/materials/graphs/>, свободный – (23.04.2020).
2. Электронная библиотека учебно-преподавательской литературы[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://libraryno.ru/3-2-2-rasstoyaniya-v-grafe-diametr-centr-radius-grafa-dis-matem-nekr-2010/>, свободный – (23.04.2020)
3. С.Н. Андреева.Понятие, элементы, виды и способы задания графов. //Теория графов: Краткое учебное пособие по теории графов.2014. С. 14.
4. Кочева М.А. Транспортная задача //СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. №5. 2014.С. 178-179.
5. Маций О.Б. Повышение точности симметричной задачи класса коммивояжера большой размерности // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2011. № 55. С. 100-102.
6. Ураков А.Р., Михтанюк А.А. Оценка количества вариантов обхода в задаче коммивояжера с дополнительными условиями //Глобальный 42 научный потенциал, 2012. № 21. С. 82-86
7. Гончарова А.Б., Поборчий И.В. Исследование методов решения задачи коммивояжера при управлении транспортными потоками предприятия // Процессы глобальной экономики: Сборник научных трудов XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2015. С. 318-324.
8. Бронштейн Е. М., Заико Т. А. Детерминированные оптимизационные задачи транспортной логистики // Автоматика и телемеханика, 2010. №10. С. 133- 147.
9. Вишняков П.О. Планирование маршрутов с использованием модифицированного метода «ближайшего соседа» //Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2014. № 6 (65). С. 63-67.

10. Большакова Е. И., Мальковский М. Г., Пильщиков В. Н. Искусственный интеллект. Алгоритмы эвристического поиска [Электронный ресурс] // Учебная литература факультета ВМК МГУ. URL: <http://recyclebin.ru/ВМК/II/ii.html> (дата обращения: 08.10.2015)
11. Мудров В. И. Задача о коммивояжёре. М.: Знание, 1969. 62 с.
12. Новиков Ф. А. Н73 Дискретная математика для программистов. Учебник для вузов. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2007. — 364 с.: СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания»
13. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)
14. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования от 01.03.1986: дата введения 01.01.1979
15. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
16. ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования
17. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
18. СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Рисунок 16 –Блок-схема, описывающая работу приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Демонстрация кода в виде картинок:

```
private void Calculate()
{
    ALPHA = double.Parse(alpha_Box.Text);
    BETA = double.Parse(beta_Box.Text);          RHO =
double.Parse(rho_Box.Text);          iterations =
int.Parse(iterationBox.Text);          pherom_const =
int.Parse(pherom_const_box.Text);  Stream s = new
FileStream("image.bmp", FileMode.Create);
    StreamWriter sw = new
StreamWriter("tempres.txt");          Graphics g =
Graphics.FromImage(myCanvas);          for (int k = 0; k <
iterations; k++)
    {
        for (int i = 0; i < num_cities; i++)//муравьи идут до конца
            if (ants_stop()) //двигает муравьёв на шаг вперёд и проверяет, дошли ли
они до конца
            {
                evaporatePheromones();
                updatePheromones();
                best_tour();//проверяет муравьёв на наличие оптимальных
маршрутов
                initAnts(); //сбрасывает позиции муравьёв
                g.Clear(Color.White);
            }
        acowatch.Stop();
        AllDraw();
        city_list[best_tour_list[0]].DrawFinish(g);
        g.DrawString(string.Format("Итерация {0}", k + 1), new Font("Arial", 10), new
SolidBrush(Color.Black), 10, 10);
        for (int i = 0; i < best_tour_list.Count; i++)
        {
            Pen p = new Pen(Color.Orange, 1);
            p.EndCap = System.Drawing.Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor;
            p.StartCap = System.Drawing.Drawing2D.LineCap.Square;
            g.DrawLine(p, city_list[best_tour_list[i]].getLocation(),
                city_list[best_tour_list[(i + 1) % num_cities]].getLocation());
        }
        myCanvas.Save(s, System.Drawing.Imaging.ImageFormat.Bmp);
        algorithm_steps.Add(Image.FromStream(s));
        sw.WriteLine(best_tour_length);
        acowatch.Start();
    }
    g = null;
    s.Close();
    sw.Close();
}

private bool ants_stop()
{
    int moved = 0;
    for (int i = 0; i < num_ants; i++)
    {
        if (ant_list[i].tourList.Count < num_cities)
        { //муравьи ещё двигаются
            goToNextCity(ant_list[i]);
            moved++;
        }
    }
    if (moved == 0)
    {
        return true; //муравьи не двигаются
    }
    else return false;
}
```

```

private void goToNextCity(Ant current_ant)
{
    double sum_prob = 0; //знаменатель дроби
    double move_prob = 0; //вероятность перехода
    int current_city =
current_ant.current_location;    if (choose_cities)
num_cities = click_counter;

    for (int i = 0; i < num_cities; i++) //цикл по всем
вершинам
    {
        if (!current_ant.haveBeenList[i])
        {
            sum_prob +=
Math.Pow(pheromones[current_city, i], ALPHA) *
Math.Pow(1.0 / distances[current_city,
i], BETA);
        }
        int destination_city = 0;
        double rand_move = 0;
        //цикл до тех пор, пока муравей не выберет вершин
        for (int count = 0; count < 1000; count++) //для
удобства
        {
            if
(!current_ant.haveBeenList[destination_city]) //муравей не ходил в эту вершину
            { //вычисляет вероятность перехода
                move_prob =
(Math.Pow(pheromones[current_city, destination_city], ALPHA)
* Math.Pow(1.0 / distances[current_city, destination_city], BETA)) / sum_prob;
                rand_move = rand_gen.NextDouble();
                if (rand_move < move_prob) break; //если муравей идёт в вершину, цикл
прерывается
            }
            destination_city++;
            if (destination_city >= num_cities) destination_city = 0; //сбрасывает счётчик
городов
        }
        //обновляет следующую вершину и маршрут
        current_ant.haveBeenList[destination_city] = true; //муравей посещает вершину
        current_ant.tourList.Add(destination_city); //добавляем к уже
пройденному расстоянию
        current_ant.update_total_distance(distances[current_ant.current_location,
destination_city]);
        //если муравей добрался до конца, идём в самое начало
        if (current_ant.tourList.Count == num_cities)
        {
            current_ant.update_total_distance(
distances[current_ant.tourList[num_cities - 1],
current_ant.tourList[0]]);
        }
        current_ant.current_location =
destination_city; //идём в следующий город
    }
}

```



```

public void evaporatePheromones()
{
    for (int i = 0; i < num_cities; i++)
        for (int k = 0; k < num_cities; k++)
        {
            pheromones[i, k] *= (1.0 - RHO);
            //значение феромонов не должно падать ниже изначального if (pheromones[i,
k] < 1.0 / (double)num_cities)
            {
                pheromones[i, k] =
Math.Round(1.0 / (double)num_cities, 2);
            }
        }
}

private void updatePheromones()
{
    for (int i = 0; i < num_ants; i++)
    {
        for (int k = 0; k < num_cities; k++)
        {
            int from = ant_list[i].tourList[k]; //начало отрезка пути
            //если city + 1 = num_cities, то это последний город
            int to = ant_list[i].tourList[((k + 1) % num_cities)]; //конец этого же
отрезка
            pheromones[from, to] += Math.Round((double)pherom_const /
ant_list[i].getDistance(), 2);
            pheromones[to, from] = pheromones[from, to];
        }
    }
}

```

```

private void best_tour()
{
    StreamWriter sw = new StreamWriter("temp.txt", true);
    double best_local_tour = ant_list[0].getDistance();
    int save_index = 0;
    for (int i = 1; i < ant_list.Count; i++)//проверяет длину лучшего обхода на этой итерации
    {
        if (ant_list[i].getDistance() < best_local_tour)
        {
            best_local_tour = ant_list[i].getDistance();
            save_index = i;
        }
    }
    //сравниваем лучший локальный путь с лучшим глобальным и обновляем
    sw.WriteLine(best_local_tour);
    if (best_local_tour < best_tour_length || best_tour_length == -1)
    {
        best_tour_list = ant_list[save_index].tourList;
        best_tour_length = best_local_tour;
    }
    sw.Close();
}

```

```

private void initAnts()
{
    int rand_city = 0;
    ant_list.Clear();
    num_ants = int.Parse(number_Ants_Box.Text);
    if (choose_cities) num_cities = click_counter;
    for (int i = 0; i < num_ants; i++)
    {
        rand_city = rand_gen.Next(0, num_cities);
        ant_list.Add(new
Ant(rand_city, num_cities)); //случайный начальный город
        ant_list[i].tourList.Add(ant_list[i].current_location); //первая вершина пути -
текущая
        ant_list[i].haveBeenList[ant_list[i].current_location] = true; //посетили текущую
вершину
    }
}

```